

(11)Publication number : 2000-078534
(43)Date of publication of application : 14.03.2000

H04N 7/01

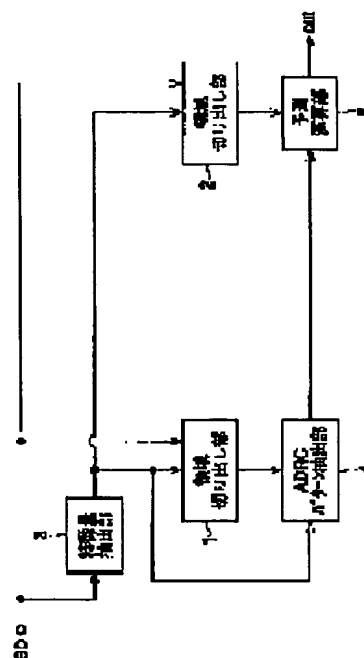
(71)Applicant : SONY CORP

(72)Inventor : KONDO TETSUJIRO
HATTORI MASAOKI
TATSUHIRA YASUSHI
HOSHINO TAKANARI
NAKAYA HIDEO
HAMAMATSU TOSHIHIKO
SHIRAKI JUICHI
ANDO KAZUTAKA
NOIDE YASUSHI

Priority number : 10172502 Priority date : 19.06.1998 Priority country : JP

(57)Abstract:

SOLUTION: An area segmentation section 1 segments a class tap, an ADRC pattern extract section 4 classifies it, generates a class code corresponding to the class and its characteristic amount, and outputs a prediction coefficient corresponding to the class code from a built-in ROM table to a prediction arithmetic section 5. The prediction arithmetic section 5 conducts a prediction arithmetic operation based on the prediction tap segmented by an area segmentation section 2 and the prediction coefficient. The segmentation by the area segmentation sections 1, 2 is controlled dynamically corresponding to the characteristic detected by a characteristic amount extract section 3.



[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-78534
(P2000-78534A)

(43)公開日 平成12年3月14日(2000.3.14)

(51)Int.Cl.⁷
H 0 4 N 7/01

識別記号

F I
H 0 4 N 7/01

テーマコード(参考)
G 5 C 0 6 3

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平10-232501

(22)出願日 平成10年8月19日(1998.8.19)

(31)優先権主張番号 特願平10-172502

(32)優先日 平成10年6月19日(1998.6.19)

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 近藤 哲二郎

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 服部 正明

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(74)代理人 100082131

弁理士 稲本 義雄

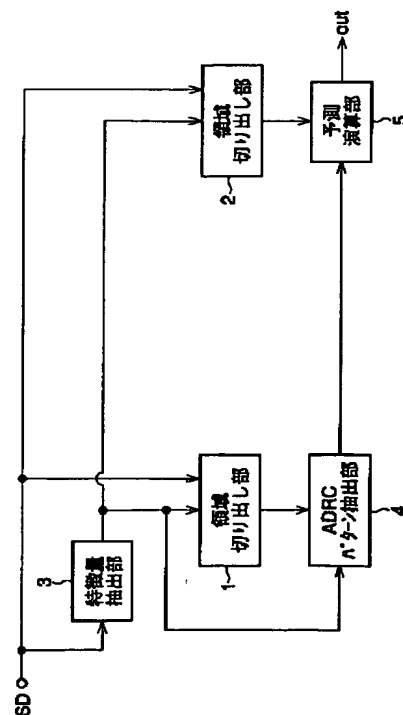
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像変換装置および方法、並びに提供媒体

(57)【要約】

【課題】 劣化した画像を補正する。

【解決手段】 領域切り出し部1でクラスタップを切り出し、ADRCパターン抽出部4でクラス分類し、そのクラスと特徴量に対応するクラスコードを発生して、内蔵するROMテーブルからクラスコードに対応する予測係数を予測演算部5に出力する。領域切り出し部2により切り出された予測タップと予測係数とから予測演算が行われる。領域切り出し部1と領域切り出し部2の切り出しは、特徴量抽出部3が検出した特徴に対応して、ダイナミックに制御される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の画素データからなる第1の画像信号を複数の画素データからなる第2の画像信号に変換する画像変換装置において、

前記第1の画像信号の中からクラスコードを生成するための複数の画素データをクラスタップとして抽出するクラスタップ抽出手段と、

前記クラスタップをクラス分類することによりそのクラスを表すクラスコードを発生するクラス分類手段と、

前記クラスコードに対応する予測係数を発生する発生手段と、

前記予測係数を、前記第1の画像信号との高次結合の演算に用いて前記第2の画像信号を生成する生成手段とを備えることを特徴とする画像変換装置。

【請求項2】 前記第1の画像信号の画像のぼけの程度を表す特徴量を検出して、その検出結果に対応して、前記クラスタップ抽出手段のクラスタップの抽出動作を制御する検出手段をさらに備えることを特徴とする請求項1に記載の画像変換装置。

【請求項3】 前記第2の画像信号は前記第1の画像信号より画質改善された信号であることを特徴とする請求項1に記載の画像変換装置。

【請求項4】 前記第1の画像信号と前記第2の画像信号は同じフォーマットの画像信号であることを特徴とする請求項1に記載の画像変換装置。

【請求項5】 前記第1の画像信号と前記第2の画像信号は異なるフォーマットの画像信号であることを特徴とする請求項1に記載の画像変換装置。

【請求項6】 前記発生手段は、画質の良好な学習信号を用いてクラス毎に予め学習によって生成された予測係数を記憶するメモリを有し、前記メモリは、前記クラスコードをアドレスとして予測係数を発生することを特徴とする請求項1に記載の画像変換装置。

【請求項7】 前記第1の画像信号の中から予測演算を行うための複数の画素データを予測タップとして抽出する予測タップ抽出手段をさらに備え、

前記発生手段は、クラスコードに対応する予測係数のセットを発生し、

前記生成手段は、前記予測タップ抽出手段からの予測タップと前記発生手段からの予測係数のセットを用いて予測演算することにより前記第2の画像信号を生成することを特徴とする請求項1に記載の画像変換装置。

【請求項8】 前記検出手段は、画像信号の所定の範囲において画素データをシフトすることにより、そのシフトされたそれぞれの位置に対応する自己相関係数を算出し、その自己相関係数を画像のぼけの程度を表す尺度として前記画像のぼけの程度を表す特徴量を検出することを特徴とする請求項2に記載の画像変換装置。

【請求項9】 前記検出手段は、基準値に対応する前記自己相関係数を決定し、その決定された自己相関係数に

対応する画素データのシフト量を前記画像のぼけの程度を表す特徴量として出力することを特徴とする請求項8に記載の画像変換装置。

【請求項10】 前記自己相関係数は、画像のぼけ具合を表す尺度であることを特徴とする請求項9に記載の画像変換装置。

【請求項11】 前記クラス分類手段は、前記クラスタップをクラス分類することによりそのクラスを表す第1のクラスコードと、前記画像のぼけの程度を表す特徴量を表す第2のクラスコードからなるクラスコードを発生することを特徴とする請求項1に記載の画像変換装置。

【請求項12】 複数の画素データからなる第1の画像信号を複数の画素データからなる第2の画像信号に変換する画像変換方法において、

前記第1の画像信号の中からクラスコードを生成するための複数の画素データをクラスタップとして抽出するクラスタップ抽出ステップと、

前記クラスタップをクラス分類することによりそのクラスを表すクラスコードを発生するクラス分類ステップと、

前記クラスコードに対応する予測係数を発生する発生ステップと、

前記予測係数を、前記第1の画像信号との高次結合の演算に用いて前記第2の画像信号を生成する生成ステップを含むことを特徴とする画像変換方法。

【請求項13】 複数の画素データからなる第1の画像信号を複数の画素データからなる第2の画像信号に変換する画像変換装置に、

前記第1の画像信号の中からクラスコードを生成するための複数の画素データをクラスタップとして抽出するクラスタップ抽出ステップと、

前記クラスタップをクラス分類することによりそのクラスを表すクラスコードを発生するクラス分類ステップと、

前記クラスコードに対応する予測係数を発生する発生ステップと、

前記予測係数を、前記第1の画像信号との高次結合の演算に用いて前記第2の画像信号を生成する生成ステップを含む処理を実行させるプログラムを提供することを特徴とする提供媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、画像変換装置および方法、並びに提供媒体に関し、特に、入力された画像信号を同一フォーマットもしくは異なるフォーマットの画像信号に変換する際に、入力された画像データの画質が悪くとも、確実に画質が補正されたもしくは画質が改善された画像信号を提供できるようにした画像変換装置および方法、並びに提供媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】本出願人は、例えば、特開平8-51599号として、より高解像度の画素データを得ることができるようにする技術を提案している。この提案においては、例えばSD(Standard Definition)画素データからなる画像データからHD(HighDefinition)画素データからなる画像データを創造する場合、創造するHD画素データの近傍に位置するSD画素データを用いてクラス分類を行い(クラスを決定し)、それぞれのクラス毎に、予測係数値を学習させておき、画像静止部においては、フレーム内相関を利用し、動き部においては、フィールド内相関を利用して、より真値に近いHD画素データを得るようにしている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、この技術を用いて、例えば、非常に画質の悪い(画像のぼけた)画像を良好な画質の画像に補正することができる。しかしながら、非常に画質が悪い画像データの場合、この非常に画質が悪い画像データを用いてクラス分類を行うと、適切なクラス分類を行うことができず、適切なクラスを決定することができない。適切なクラスを求めることができず、結局、十分な画質の補正を行うことができない課題があった。

【0004】本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、入力された画像データの画質が悪くとも、確実に画質を補正することができるような画像変換装置および方法を提供するものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載に画像変換装置は、第1の画像信号の中からクラスコードを生成するための複数の画素データをクラスタップとして抽出するクラスタップ抽出手段と、クラスタップをクラス分類することによりそのクラスを表すクラスコードを発生するクラス分類手段と、クラスコードに対応する予測係数を発生する発生手段と、予測係数を、第1の画像信号との高次結合の演算に用いて第2の画像信号を生成する生成手段とを備えることを特徴とする。

【0006】請求項12に記載の画像変換方法は、第1の画像信号の中からクラスコードを生成するための複数の画素データをクラスタップとして抽出するクラスタップ抽出ステップと、クラスタップをクラス分類することによりそのクラスを表すクラスコードを発生するクラス分類ステップと、クラスコードに対応する予測係数を発生する発生ステップと、予測係数を、第1の画像信号との高次結合の演算に用いて第2の画像信号を生成する生成ステップとを含むことを特徴とする。

【0007】請求項13に記載の提供媒体は、第1の画像信号の中からクラスコードを生成するための複数の画素データをクラスタップとして抽出するクラスタップ抽出ステップと、クラスタップをクラス分類することによ

りそのクラスを表すクラスコードを発生するクラス分類ステップと、クラスコードに対応する予測係数を発生する発生ステップと、予測係数を、第1の画像信号との高次結合の演算に用いて第2の画像信号を生成する生成ステップとを含む処理を画像変換装置に実行させるプログラムを提供することを特徴とする。

【0008】請求項1に記載に画像変換装置、請求項12に記載の画像変換方法、および請求項13に記載の提供媒体においては、第1の画像信号の中からクラスコードを生成するための複数の画素データがクラスタップとして抽出され、クラスタップをクラス分類することによりそのクラスを表すクラスコードが発生される。さらに、クラスコードに対応する予測係数が発生され、予測係数を、第1の画像信号との高次結合の演算に用いて第2の画像信号が生成される。

【0009】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を説明するが、特許請求の範囲に記載の発明の各手段と以下の実施の形態との対応関係を明らかにするために、各手段の後の括弧内に、対応する実施の形態(但し一例)を付加して本発明の特徴を記述すると、次のようになる。

【0010】すなわち、請求項1に記載の画像変換装置は、第1の画像信号の中からクラスコードを生成するための複数の画素データをクラスタップとして抽出するクラスタップ抽出手段(例えば、図1の領域切り出し部1)と、クラスタップをクラス分類することによりそのクラスを表すクラスコードを発生するクラス分類手段(例えば、図1のADRCパターン抽出部4)と、クラスコードに対応する予測係数を発生する発生手段(例えば、図1のADRCパターン抽出部4)と、予測係数を、第1の画像信号との高次結合の演算に用いて第2の画像信号を生成する生成手段(例えば、図1の予測演算部5)とを備えることを特徴とする。

【0011】また、請求項2に記載の画像変換装置は、第1の画像信号の画像のぼけの程度を表す特徴量を検出して、その検出結果に対応して、クラスタップ抽出手段のクラスタップの抽出動作を制御する検出手段(例えば、図1の特徴量抽出部3)とをさらに備えることを特徴とする。

【0012】さらに、請求項6に記載の画像変換装置は、第1の画像信号の中から予測演算を行うための複数の画素データを予測タップとして抽出する予測タップ抽出手段(例えば、図1の領域切り出し部2)をさらに備え、発生手段は、クラスコードに対応する予測係数のセットを発生し、生成手段は、予測タップ抽出手段からの予測タップと発生手段からの予測係数のセットを用いて予測演算することにより第2の画像信号を生成することを特徴とする。

【0013】但し勿論この記載は、各手段を記載したものに限定することを意味するものではない。

【0014】以下に、本発明の実施の形態について説明する。図1は、本発明を適用した画像変換装置の第1の構成例を示すブロック図である。同図には、例えば画質の悪い（ぼけた画像の）SD画像データ（または、HD画像データ）を、画質改善されたSD画像データ（または、HD画像データ）に変換する構成例が示されている。以下においては、入力画像データがSD画像データである場合について説明する。

【0015】例えば、画質の悪い（ぼけた画像の）SD画像データが、入力端子を介して画像変換装置に入力される。入力された画像データは、領域切り出し部1、領域切り出し部2、および特徴量抽出部3に供給される。特徴量抽出部3は、入力されたSD画像データのぼけ量を表す特徴量を検出し、その検出した特徴量を領域切り出し部1、領域切り出し部2、およびADRC(Adaptive Dynamic Range Coding)パターン抽出部4に出力する。領域切り出し部1は、入力された画像データから所定の範囲の画素データをクラスタップのセットとして切り出し、これをADRCパターン抽出部4に出力する。領域切り出し部1において切り出されるクラスタップは、特徴量抽出部3の出力する特徴量に対応して制御される。ADRCパターン抽出部4は、空間内の波形表現を目的としたクラス分類を行い、そのクラスおよび特徴量抽出部3から出力された特徴量に対応するクラスコードを発生する。さらに、ADRCパターン抽出部4は、内蔵するROMテーブルが記憶している予測係数のセットのうちの発生したクラスコードに対応するものを予測演算部5に出力するようになされている。

【0016】領域切り出し部2は、入力された画像データから所定範囲の画素データを予測タップのセットとして切り出し、その予測タップを構成する画素データを予測演算部5に出力する。この領域切り出し部2により切り出される予測タップのセットは、特徴量抽出部3の出力するぼけ量を表す特徴量に対応して制御される。予測演算部5は、領域切り出し部2より入力された予測タップのセットと、ADRCパターン抽出部4より入力された予測係数のセットとから予測演算を行い、その演算結果を、画質を補正した画像データとして出力する。この出力された画像データが、例えば図示しない表示デバイスで表示されたり、記録デバイスに記録されたり、伝送デバイスで伝送される。

【0017】次に、その動作について説明する。領域切り出し部1は、画像データが入力されると、入力された画像データの中から、所定の画素データをクラスタップとして切り出す処理を実行する。例えば、図2に示すように、所定の注目画素データを中心として、その注目画素データに対応する位置のデータ画素と、上下左右に隣接する画素データの合計5個の画素データをクラスタップとして切り出す。あるいは、図3に示すように、注目画素データに対応する画素データと、上下左右方向に3

画素分離れた位置に隣接する画素データをクラスタップとして抽出する。どのような画素データがクラスタップとして切り出されるかは、特徴量抽出部3の出力するぼけ量を表す特徴量に対応して決定される。

【0018】ここで、図4のフローチャートを参照して、特徴量抽出部3の特徴量抽出処理について説明する。最初にステップS1において、特徴量抽出部3は、入力された各画素データに対するフレーム毎の自己相関係数を算出する。そして、この自己相関係数を画素データのぼけ量を表す特徴量の尺度に利用する。すなわち、図5に示すように、1フレームの画像データが720画素×480画素の画素データで構成されているものとする、所定の注目画素に対してその注目画素を中心として、720画素×480画素の画素データのうちの512画素×256画素の画素データからなるブロック（以下、このブロックを、適宜、基準ブロックと呼ぶ）を構成し、その基準ブロックの位置を画素単位で所定の範囲内を上下左右方向に移動させ、移動させたときのそれぞれの位置に対応する自己相関係数を算出する。

【0019】例えば、所定の注目画素データを中心とした基準ブロック内の各画素値を X_{ij} ($i=0, 1, 2, \dots, n, j=0, 1, 2, \dots, m$)、基準ブロック内の画素値の平均値を X_{av} 、基準ブロックが移動された位置に対応するブロック内の各画素値を Y_{ij} ($i=0, 1, 2, \dots, n, j=0, 1, 2, \dots, m$)、そのブロック内の画素値の平均値を Y_{av} とすると、基準ブロックを移動させたときのその位置に対応する自己相関係数は、次式で表される。

【数1】

$$\text{自己相関係数} = \frac{\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m (X_{ij} - X_{av}) \cdot (Y_{ij} - Y_{av})}{\sqrt{\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m (X_{ij} - X_{av})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m (Y_{ij} - Y_{av})^2}}$$

【0020】なお、上述したように、本実施の形態では、基準ブロックが512画素×256画素の画素データから構成されているため、 $n=511, m=255$ の値である。このようにして、所定の範囲内を基準ブロックをシフトしてそれぞれの位置に対応する自己相関係数を得ることができる。

【0021】図6は、このようにして求められた自己相関係数の例を表している。ブロック（基準ブロック）をシフトしないとき、自己相関係数は1である。これに対して、フレームF1の場合、例えば、ブロック（基準ブロック）を右方向に3画素分シフトしたとき、自己相関係数は0.85に低下し、さらに、シフト量を増加させるに従って、自己相関係数は、より小さい値に低下する。このことは、ブロック（基準ブロック）を左方向にシフトした場合にも同様である。

【0022】一方、フレームF2においては、ブロック（基準ブロック）を1画素分右または左方向にシフトし

たとき、自己相関係数が0.85に低下し、それ以上シフトすると、自己相関係数はさらに低下する。このことは、フレームF1は、フレームF2に比べて、周囲との自己相関が強い、つまり、フレームF1は、フレームF2に比べてぼけ量が多いことを意味している。

【0023】特徴量抽出部3は、ステップS2において、自己相関係数が所定の基準値（例えば、0.85）となる画素シフト量を求め、ステップS3で、その画素シフト量を、ぼけ量を表す特徴量として出力する。つまり、所定の範囲内で、基準ブロックをシフトしたときの、それぞれの位置に対応する自己相関係数と基準値を比較することにより、自己相関係数が基準値となる画素シフト量を求める。図6の例の場合、入力された画素データがフレームF1の画素データである場合、特徴量は3とされ、入力された画素データがフレームF2の画素データである場合、特徴量は1とされる。

【0024】領域切り出し部1は、特徴量抽出部3から、特徴量1が入力されたとき、例えば、図2に示すように、狭い間隔内に配置された画素データをクラスタップとして切り出す（抽出する）。これに対して、特徴量3が入力されたとき、領域切り出し部1は、図3に示すように、より広い間隔で配置されている画素データをクラスタップとして切り出す（抽出する）。

【0025】図6に示すように、特徴量が1である画像（フレームF2）は、強い自己相関を有する画素データの範囲が狭くなっている。そこで、図2に示すように、クラスタップを構成する画素データとしても狭い範囲に配置されているものを選択する。これに対して、特徴量が3である画像（フレームF1）の場合、強い自己相関を有する範囲がより広がっている。そこで、図3に示すように、クラスタップを構成する画素データも、より広い範囲から切り出すようにする。このように、ぼけ量を表す特徴量に応じて、クラスタップとして切り出す画素データをダイナミックに変化させるようにすることで、より適切なクラスタップを切り出すことが可能となる。

【0026】図示は省略するが、領域切り出し部2における予測タップも、領域切り出し部1におけるクラスタップの切り出しと同様に、特徴量抽出部3の出力するぼけ量を表す特徴量に対応して、予測タップとして切り出

$$y = \omega_1 x_1 + \omega_2 x_2 + \dots + \omega_n x_n$$

【0031】しかしながら、上述したような線形1次結合に予測演算では、高精度の予測が行えない、そこで本実施の形態においては、予測係数の次数を上げて、予測演算をN次結合（Nは、2以上の数）により実施することとした。

【0032】例えば、予測演算を線形2次式により行う場合について説明する。実測値（予測タップ）を x_i とし、実測値の1次の予測係数を a_i とし、実測値の2次の予測係数を b_i とすると、最確値 y_m は次式（2）によ

す画素データをダイナミックに変化させる。なお、この領域切り出し部2において切り出される予測タップ（画素データ）は、領域切り出し部1において切り出されるクラスタップ（画素データ）と同一にしてもよいし、異なるものとしてもよい。

【0027】ADRCパターン抽出部4は、領域切り出し部1で切り出されたクラスタップに対してADRC処理を実行してクラス分類を行う（クラスを決定する）。すなわち、クラスタップとして抽出された5つの画素データ内のダイナミックレンジをDR、ビット割当をn、クラスタップとしての各画素データのレベルをL、再量子化コードをQとすると、次式を演算する。

$$Q = \{ (L - \text{MIN} + 0.5) \times 2^n / \text{DR} \}$$

$$\text{DR} = \text{MAX} - \text{MIN} + 1$$

【0028】なお、ここで $\{ \}$ は切り捨て処理を意味する。また、MAXとMINは、クラスタップを構成する5つの画素データ内の最大値と最小値をそれぞれ表している。これにより、例えば領域切り出し部1で切り出されたクラスタップを構成する5個の画素データが、それぞれ例えば8ビット（ $n=8$ ）で構成されているとすると、これらのそれぞれが2ビットに圧縮される。従って、空間クラスを表すデータは合計10ビットで表される。

【0029】さらに、ADRCパターン抽出部4は、空間クラスを表すデータに、特徴量抽出部3より供給されるぼけ量を表す特徴量を表すビットを付加してクラスコードを発生する。例えば、ぼけ量を表す特徴量が2ビットで表されるとすると、12ビットのクラスコードが発生され、ADRCパターン抽出部4が内蔵するROMテーブルから、このクラスコードに対応する予測係数のセットが読み出され、予測演算部5に供給される。すなわち、クラスコードは、ROMテーブルのアドレスに対応しており、そのアドレスに記憶されている予測係数のセットが読み出されて予測演算部5に供給される。

【0030】ここで、予測係数のセットについて説明する。従来において、予測係数は、例えば、予測係数 ω_1 乃至 ω_n のように、その次数が1であり、次式（1）に示す積和演算により、画質（ぼけ）が補正された画素データとなる予測結果 y が演算されていた。

$$\dots (1)$$

って表される。

【数2】

$$y_m = \sum_{i=0}^{N-1} a_i x_i + \sum_{i=0}^{N-1} b_i x_i^2 = \sum_{i=0}^{N-1} (a_i x_i + b_i x_i^2) \dots (2)$$

【0033】なお、真値を y_i とし、誤差を e とすれば、最小自乗法の誤差方程式は、次式（3）のように表すことができる。

【数3】

$$e^2 = |y_m - y_l|^2 = \left| \sum_{i=0}^{N-1} (a_i x_i + b_i x_i^2) - y_l \right|^2 \quad \dots (3)$$

【0034】式(2)から明らかなように、係数 a_j 、 b_j は、最確値 y_m を与える係数であるので、その係数 a_j 、 b_j は、誤差を示す式(3)の値を最小値とするはずである。式(3)の値を最小とする係数 a_j 、 b_j を求めるには、次式(4)に示すように、式(3)を係数 a_j 、 b_j で偏微分した式が0となる係数 a_j 、 b_j で求めればよい。ただし、Dは式(3)の最右辺である。

【数4】

$$\begin{aligned} \frac{\partial D}{\partial a_0} &= 2x_0 \left\{ \sum_{i=0}^{N-1} (a_i x_i + b_i x_i^2) - y_l \right\} = 0 \\ \frac{\partial D}{\partial a_1} &= 2x_1 \left\{ \sum_{i=0}^{N-1} (a_i x_i + b_i x_i^2) - y_l \right\} = 0 \\ \frac{\partial D}{\partial a_{N-1}} &= 2x_{N-1} \left\{ \sum_{i=0}^{N-1} (a_i x_i + b_i x_i^2) - y_l \right\} = 0 \\ \frac{\partial D}{\partial b_0} &= 2x_0^2 \left\{ \sum_{i=0}^{N-1} (a_i x_i + b_i x_i^2) - y_l \right\} = 0 \\ \frac{\partial D}{\partial b_1} &= 2x_1^2 \left\{ \sum_{i=0}^{N-1} (a_i x_i + b_i x_i^2) - y_l \right\} = 0 \\ \frac{\partial D}{\partial b_{N-1}} &= 2x_{N-1}^2 \left\{ \sum_{i=0}^{N-1} (a_i x_i + b_i x_i^2) - y_l \right\} = 0 \quad \dots (4) \end{aligned}$$

$$\begin{pmatrix} x_0 x_0 & \dots & x_0 x_{N-1} & x_0 x_0^2 & \dots & x_0 x_{N-1}^2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{N-1} x_0 & \dots & x_{N-1} x_{N-1} & x_{N-1} x_0^2 & \dots & x_{N-1} x_{N-1}^2 \\ x_0^2 x_0 & \dots & x_0^2 x_{N-1} & x_0^2 x_0^2 & \dots & x_0^2 x_{N-1}^2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{N-1}^2 x_0 & \dots & x_{N-1}^2 x_{N-1} & x_{N-1}^2 x_0^2 & \dots & x_{N-1}^2 x_{N-1}^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_0 \\ \dots \\ a_{N-1} \\ b_0 \\ \dots \\ b_{N-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_l x_0 \\ \dots \\ y_l x_{N-1} \\ y_l x_0^2 \\ \dots \\ y_l x_{N-1}^2 \end{pmatrix} \quad \dots (5)$$

【0036】さらに、式(5)の左辺の $2N \times 2N$ の行列の逆行列を演算して、式(5)の両辺に左から乗ずれば、実測値の1次の予測係数 a_j 、および実測値の2次の予測係数 b_j が求められる。なお、2次以上のN次結合により予測演算を行う場合も、その予測係数の演算は同様に行うことができる。

【0037】図7は、領域切り出し部2から供給された予測タップを構成する画素データがW個であり、N次結合により予測演算を行う場合の予測演算部5の詳細な構成を示している。入力信号として領域切り出し部2から供給される画素データは、最初のタイミングにおいて、係数乗算部11-1-1、2乗演算部12-1乃至N乗演算部13-1、および遅延部16-1に供給される。2乗演算部12-1乃至N乗演算部13-1は、それぞれ供給された画素データを乗算して、対応する係数乗算部11-2-1乃至11-N-1に出力する。一方、ADRCパターン抽出部4から、係数乗算部11-1-1、お

【0035】式(4)を係数 a_j 、 b_j で整理し、行列で表現すれば、次式(5)に示すようになる。

【数5】

よび2乗演算部12-1乃至N乗演算部13-1にそれぞれに対応する予測係数が供給される。

【0038】係数乗算部11-1-1、および2乗演算部12-1乃至N乗演算部13-1のそれぞれは、乗算された画素データと予測係数を掛けあわせて積和部14-1-1に出力する。積和部14-1-1は、係数乗算部11-1-1、および2乗演算部12-1乃至N乗演算部13-1のそれぞれから入力された演算結果を足し合わせ、予測出力1乃至Mとして積和部17に出力する。

【0039】次のタイミングにおいて、遅延部16-1は、最初のタイミングで供給された画素データを後段に出力する。その後段においては、以後1タイミングずつ遅延して上述した処理と同様の処理が行われる。

【0040】積和部17は、積和部14-1乃至14-Mから入力された予測出力1乃至Mを足し合わせて、画質(ぼけ)が補正された画素データとなる予測結果を出

力する。

【0041】図8は、特徴量抽出部3における他の特徴量抽出処理の例を表している。この例においては、ステップS11において、所定の注目画素の近傍のエッジが検出される。ステップS12において、検出したエッジに対応するエッジコードが特徴量として出力される。例えば、図9に示すように、右上から左下方向に、斜めのエッジが検出された場合、特徴量抽出部3は、エッジコード0を出力し、図10に示すように、水平方向のエッジが検出された場合、エッジコード1を出力する。

【0042】領域切り出し部1は、特徴量抽出部3より、図9に示すエッジコード0が入力されたとき、図11に示すような画素データをクラスタップとして切り出す（抽出する）。このクラスタップは、右上から左下方向に延在するエッジを検出するのに最適な画素データで構成されている。これに対して、領域切り出し部1は、図10に示すようなエッジコード1が入力されたとき、図12に示すような画素データをクラスタップとして切り出す（抽出する）。このクラスタップは、水平方向のエッジを検出するのに最適な画素データで構成される。領域切り出し部2においても同様に、エッジコードに対応して予測タップを構成する画素データの切り出し（抽出）処理が実行される。

【0043】このように、入力された画素データの自己相関、エッジといった特徴量に対応して切り出すクラスタップ、または予測タップとして切り出す画素データをダイナミックに変化させることができるので、より適切な予測演算結果を得ることが可能となる。

【0044】図13は、ACRDパターン抽出部4に内蔵するROMテーブルに記憶するクラス毎（クラスコード毎）の予測係数のセットを学習によって得るための構成例を表している。この構成例においては、例えば、画質の良好な教師信号（学習信号）としてのSD画像データ（または、HD画像データ）を用いてクラス毎（クラスコード毎）の予測係数のセットを生成する構成が示されている。

【0045】例えば、画質の良好な教師信号（学習信号）としての画像データが、正規方程式演算部27に入力されるとともに、ローパスフィルタ(LPF)21に入力される。ローパスフィルタ21は、入力された教師信号（学習信号）としての画像データの高域成分を除去することで、画質の劣化した画像データ（学習信号）を生成する。ローパスフィルタ21から出力された、画質の劣化した画像データ（学習信号）は、クラスタップとして所定の範囲の画像データを切り出す（抽出する）領域切り出し部22、予測タップとして所定の範囲の画像データを切り出す（抽出する）領域切り出し部23、および、ばけ量を表す特徴量を抽出する特徴量抽出部24に入力される。特徴量抽出部24は、入力された画質の劣化した画像データ（学習信号）の画素データのばけ量を

表す特徴量を抽出し、抽出したその特徴量を、領域切り出し部22、領域切り出し部23、およびADRCパターン抽出部25に供給する。領域切り出し部22と、領域切り出し部23は、入力されたばけ量を表す特徴量に対応して、クラスタップ、または予測タップとして切り出す画素データをダイナミックに変化させる。

【0046】ADRCパターン抽出部25は、領域切り出し部22より入力されたクラスタップとしての画素データのクラス分類を行い（クラスを決定し）、そのクラスとばけ量を表す特徴量とからクラスコードを発生し、正規方程式演算部27に出力する。なお、上述した領域切り出し部22、領域切り出し部23、特徴量抽出部24、およびADRCパターン抽出部25のそれぞれの構成および動作は、図1に示された領域切り出し部1、領域切り出し部2、特徴量抽出部3、およびADRCパターン抽出部4と同一であるため、ここでは説明を省略する。

【0047】正規方程式演算部27は、入力される教師信号（学習信号）と領域切り出し部23から供給される予測タップとしての画素データとから、クラス毎（クラスコード毎）に正規方程式を生成し、その正規方程式を予測係数決定部28に供給する。そして、クラス毎に必要な数の正規方程式が求められたとき、正規方程式演算部27は、例えば、クラス毎に最小自乗法を用いて正規方程式を解き、クラス毎の予測係数のセットを演算する。求められたクラス毎の予測係数のセットは、予測係数決定部28からメモリ29に供給され、記憶される。このメモリ29に記憶されたクラス毎の予測係数のセットが、図1のADRCパターン抽出部4に内蔵されるROMテーブルに書き込まれることになる。

【0048】図14は、本発明を適用した画像変換装置の第2の構成例を示している。この画像変換装置は、例えば図15に示すように、低解像度のSD画像データを、水平および垂直方向の解像度がそれぞれ2倍であるHD画像データに変換するものである。この画像変換装置には、入力端子を介してSD画像データが入力されて領域切り出し部41、領域切り出し部42、および特徴量抽出部43に供給される。特徴量抽出部43は、入力されたSD画像の特徴量を抽出し、その特徴量を領域切り出し部41、領域切り出し部42、およびADRCパターン抽出部44に出力するようになっている。

【0049】領域切り出し部41は、入力されたSD画像データから所定の範囲の画素データをクラスタップのセットとして切り出し、これをADRCパターン抽出部44に出力する。領域切り出し部41において切り出されるクラスタップは、特徴量抽出部43の出力する特徴量に対応して制御される。ADRCパターン抽出部44は、空間内の波形表現を目的としたクラス分類を行い、そのクラスおよび特徴量抽出部43から出力された特徴量に対応するクラスコードを発生する。さらに、ADRCパターン抽出部44は、内蔵するROMテーブルが記憶している予測

係数のセットのうちの発生したクラスコードに対応するものを予測演算部45に出力するようになされている。

【0050】領域切り出し部42は、入力されたSD画像データから所定範囲の画素データを予測タップのセットとして切り出し、その予測タップを構成する画素データを予測演算部45に出力する。この領域切り出し部42により切り出される予測タップのセットは、特徴量抽出部43の出力する特徴量に対応して制御される。予測演算部45は、領域切り出し部42より入力された予測タップのセットと、ADRCパターン抽出部44より入力された予測係数のセットとから予測演算を行い、その演算結果を、画質を補正した画像データとして出力する。この出力された画像データが、例えば図示しない表示デバイスで表示されたり、記録デバイスに記録されたり、伝送デバイスで伝送されるようになされている。

【0051】次に、その動作について説明する。領域切り出し部41は、画像データが入力されると、入力された画像データの中から、所定の画素データをクラスタップとして切り出す処理を実行する。例えば、図2に示すように、所定の注目画素データを中心として、その注目画素データに対応する位置のデータ画素と、上下左右に隣接する画素データの合計5個の画素データをクラスタップとして切り出す。あるいは、図3に示すように、注目画素データに対応する画素データと、上下左右方向に3画素分離れた位置に隣接する画素データをクラスタップとして抽出する。どのような画素データがクラスタップとして切り出されるかは、特徴量抽出部43の出力する特徴量に対応して決定される。なお、特徴量抽出部43の特徴量抽出処理は、図4で説明した特徴量抽出処理と同様であるので、その説明を省略する。

【0052】ADRCパターン抽出部44は、領域切り出し部41で切り出されたクラスタップに対してADRC処理を実行してクラス分類を行う。そして、ADRCパターン抽出部44は、分類したクラスに対応するクラスコードを発生する。さらに、ADRCパターン抽出部44は、内蔵するROMテーブルから、このクラスコードに対応する4組の予測係数のセットを読み出し、予測演算部45に供給する。すなわち、クラスコードは、ROMテーブルのアドレスに対応しており、そのアドレスに記憶されている予測係数のセットが読み出されて予測演算部45に供給される。

【0053】領域切り出し部41およびADRCパターン抽出部44の処理に平行して、領域切り出し部42は、入力された画像データの中から、特徴量抽出部43の出力する特徴量に対応して、所定の画素データを予測タップとして切り出す処理を実行する。例えば、図15に示すように、注目画素aを中心とする3×3のSD画素a乃至iを切り出して予測演算部45に出力する。なお、この領域切り出し部42において切り出される予測タップは、領域切り出し部41において切り出されるクラスタ

ップと同一にしてもよい。

【0054】予測演算部45は、領域切り出し部42より入力された予測タップのセットと、ADRCパターン抽出部44より入力された予測係数のセットとから予測演算を行い、その演算結果を、HD画像データとして出力する。このとき、予測演算部45では、上述した予測演算部5による予測演算と同様に、例えば、式(2)を用いて予測演算が行われる。ただし、式(2)における実測値(予測タップ) x_i はSD画素データa乃至iであり、最確値 y_m は、注目画素aの近傍のHD画素データである。すなわち、図15に示した3×3のSD画素a乃至iの予測タップを用いて、同図の注目画素aを中心とする2×2のHD画素A乃至Dの画素データが予測される。したがって、このとき、予測演算部45には、ADRCパターン抽出部44から4組の予測係数のセットが供給される。なお、予測演算部45の予測演算の詳細については、図7で説明した演算と同様であるので、その説明は省略する。

【0055】この出力されたHD画像データが、例えば図示しない表示デバイスで表示されたり、記録デバイスに記録されたり、伝送デバイスで伝送される。

【0056】図16は、ACRDパターン抽出部44に内蔵するROMテーブルに記憶するクラス毎(クラスコード毎)の予測係数のセットを学習によって得るための構成例を表している。この構成例においては、例えば、高解像度のHD画像データを教師信号(学習信号)として用い、クラス毎(クラスコード毎)の予測係数のセットを生成する構成が示されている。

【0057】例えば、教師信号(学習信号)として高解像度のHD画像データが、正規方程式演算部56に入力されるとともに、間引き部51に入力される。間引き部51は、入力された教師信号(学習信号)としてのHD画像データを、水平および垂直方向の解像度を低下させたSD画像データを生成する。すなわち、間引き部51は、例えば図15に示すように、2×2のHD画素A乃至Dの画素値を平均し、HD画素A乃至Dの中心に位置する画素aの画像データ(学習信号)を生成することにより、低解像度のSD画像データを生成する。

【0058】間引き部51から出力されたSD画像データ(学習信号)は、クラスタップとして所定の範囲のSD画像データを切り出す領域切り出し部52、予測タップとして所定の範囲のSD画像データを切り出す領域切り出し部53、および、特徴量を抽出する特徴量抽出部54に入力される。特徴量抽出部54は、入力されたSD画像データ(学習信号)の特徴量を抽出し、抽出した特徴量を、領域切り出し部52、領域切り出し部53、およびADRCパターン抽出部55に供給する。領域切り出し部52および領域切り出し部53は、それぞれ入力された特徴量に対応して、クラスタップ、または予測タップとして切り出す画素データをダイナミックに変化させ

る。

【0059】ADRCパターン抽出部55は、領域切り出し部52より入力されたクラスタップとしてのSD画像データのクラス分類を行い（クラスを決定し）、そのクラスと特徴量とからクラスコードを発生し、正規方程式演算部56に出力する。なお、上述した領域切り出し部52、領域切り出し部53、特徴量抽出部54、およびADRCパターン抽出部55のそれぞれの構成および動作は、図14に示した領域切り出し部41、領域切り出し部42、特徴量抽出部43、およびADRCパターン抽出部44と同一であるので、その説明を省略する。

【0060】正規方程式演算部56は、入力される教師信号（学習信号）としてのHD画像データと領域切り出し部53から供給される予測タップとしてのSD画像データとから、クラス毎（クラスコード毎）に正規方程式を生成し、その正規方程式を予測係数決定部57に供給する。そして、クラス毎に必要な数の正規方程式が求められたとき、正規方程式演算部56は、例えば、クラス毎に最小自乗法を用いて正規方程式を解き、クラス毎の予測係数のセットを演算する。求められたクラス毎の予測係数のセットは、予測係数決定部57からメモリ58に供給され、記憶される。このメモリ58に記憶されたクラス毎の予測係数のセットが、図14のADRCパターン抽出部44に内蔵されるROMテーブルに書き込まれることになる。

【0061】なお、本実施の形態においては、クラス毎の予測係数のセットを、図13または図16に示した構成によって演算して求めるようにしたが、コンピュータを用いてシミュレーションで演算して求めるようにしてもよい。

【0062】また、本実施の形態においては、図1、または図14に示されるADRCパターン抽出部4、またはADRCパターン抽出部44に内蔵されるROMテーブルに記憶された、図13、または図16に示した方法で演算されたクラス毎の予測係数のセットと、予測タップとして切り出された画素データとから、画質改善、または高解像度化された画素データを生成するようになされているが、本発明はこれに限らず、ROMテーブルに学習によって演算されたクラス毎（クラスコード毎）の画素データの予測値そのものを記憶しておき、クラスコードによってその予測値を読み出すようにしてもよい。

【0063】この場合、図1に示される領域切り出し部2、図13に示される領域切り出し部23、図14に示される領域切り出し部42、および図16に示される領域切り出し部53は省略でき、図1に示される予測演算部5および図14に示される予測演算部45は、ROMテーブルから出力された画素データを出力デバイスに対応したフォーマットに変換して出力するようになされる。さらに、この場合は、図13に示される正規方程式演算部27および予測係数決定部28、並びに図16に示さ

れる正規方程式演算部56および予測係数決定部57のかわりに、重心法を用いてクラス毎の予測値が生成され、このクラス毎の予測値がメモリ29、またはメモリ58にそれぞれ記憶される。

【0064】さらに、クラス毎の予測値そのもののかわりに、クラス毎の予測値のそれぞれを基準値で正規化し、クラス毎の正規化された予測値をROMテーブルに記憶しておいてもよい。この場合、図1に示した予測演算部5、および図14に示した予測演算部45では、基準値に基づいて正規化された予測値から予測値を演算することになる。

【0065】さらに、クラスタップまたは予測タップとして切り出される画素データの数、上述した例に限らず、その数はいくつであってもよい。ただし、クラスタップまたは予測タップとして切り出す数を多くすればするほど画質改善の精度は高くなるが、演算量が多くなったり、メモリが大きくなったりするため、演算量、ハード面での負荷が大きくなるため、最適な数を設定する必要がある。

【0066】また、本実施の形態においては、SD画像信号からSD画像信号への変換（SD-SD変換）、HD画像信号からHD画像信号への変換（HD-HD変換）、およびSD画像信号からHD画像信号への変換（SD-HD変換）について記載されているが、本発明はこれに限らず、他のフォーマット（インターレース信号、ノンインターレース信号など）の変換にももちろん適用可能である。ただし、この場合、クラスタップまたは予測タップとして画像データを切り出す際には、注目画素データとなる画素は実際には存在しないため、切り出しの対象画素データとはならない。

【0067】なお、本発明の主旨を逸脱しない範囲において、さまざまな変形や応用例が考えられる。従って、本発明の要旨は本実施の形態に限定されるものではない。

【0068】また、上述したような処理を行うコンピュータプログラムをユーザに提供する提供媒体としては、磁気ディスク、CD-ROM、固体メモリなどの記録媒体の他、ネットワーク、衛星などの通信媒体を利用することができる。

【0069】

【発明の効果】以上のように、請求項1に記載の画像変換装置、請求項12に記載の画像変換方法、および請求項13に記載の提供媒体によれば、入力された第1の画像信号から抽出されたクラスタップを用いてクラス分類が行われ、そのクラスに対応する予測係数が発生される。その予測係数と第1の画像信号との高次結合の演算に用いて第2の画像信号が生成されるようにしたので、入力される画像データの画質が悪くても、クラスタップまたは予測タップとして最適な画素データを抽出することができ、適切な予測処理を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明を適用した画像変換装置の構成例を示すブロック図である。

【図2】 図1の領域切り出し部1における切り出し処理を説明する図である。

【図3】 図1の領域切り出し部1における切り出し処理を説明する図である。

【図4】 図1の特徴量抽出部3における特徴量抽出処理を説明するフローチャートである。

【図5】 図4のステップS1の自己相関係数を算出する処理を説明する図である。

【図6】 図4のステップS1において算出される自己相関係数を説明する図である。

【図7】 図1の予測演算部5の詳細な構成を示すブロック図である。

【図8】 図1の特徴量抽出部3における他の特徴量抽出処理を説明する図である。

【図9】 図1の特徴量抽出部3における他の特徴量抽出の例を示す図である。

【図10】 図1の特徴量抽出部3における他の特徴量抽出の例を示す図である。

【図11】 図1の領域切り出し部1における切り出し処理を説明する図である。

【図12】 図1の領域切り出し部1における切り出し処理を説明する図である。

理を説明する図である。

【図13】 図1のADRCパターン抽出部4に内蔵されるROMテーブルの予測係数の学習処理を行うための構成例を示すブロック図である。

【図14】 本発明を適用した画像変換装置の他の構成例を示すブロック図である。

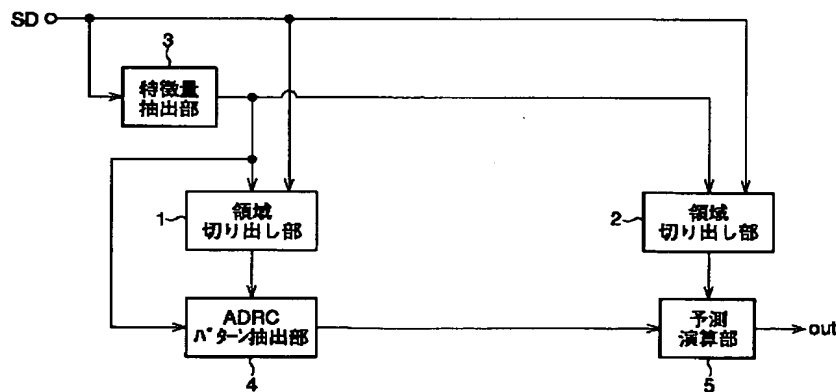
【図15】 図14の領域切り出し部42における切り出し処理を説明する図である。

【図16】 図14のADRCパターン抽出部44に内蔵されるROMテーブルの予測係数の学習処理を行うための構成例を示すブロック図である。

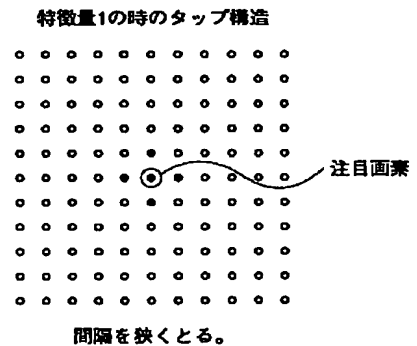
【符号の説明】

1, 2 領域切り出し部, 3 特徴量抽出部, 4 ADRCパターン抽出部, 5 予測演算部, 21 LPF, 22, 23 領域切り出し部, 24 特徴量抽出部, 25 ADRCパターン抽出部, 27 正規方程式演算部, 28 予測係数決定部, 29 メモリ, 41, 42 領域切り出し部, 43 特徴量抽出部, 44 ADRCパターン抽出部, 45 予測演算部, 51 間引き部, 52, 53 領域切り出し部, 54 特徴量抽出部, 55 ADRCパターン抽出部, 56 正規方程式演算部, 57 予測係数決定部, 58 メモリ

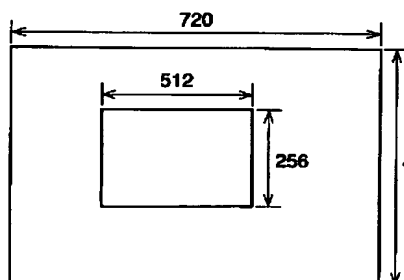
【図1】



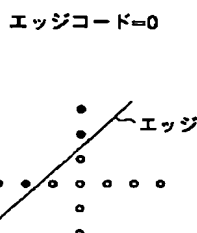
【図2】



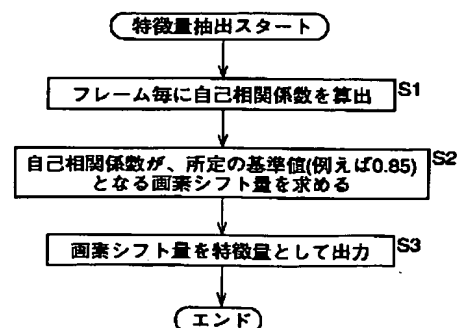
【図5】



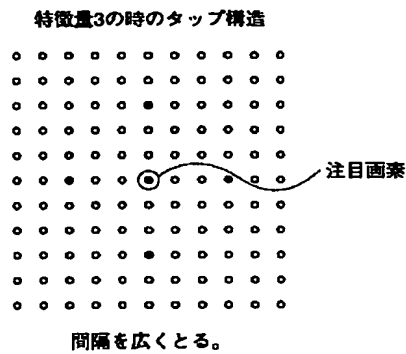
【図9】



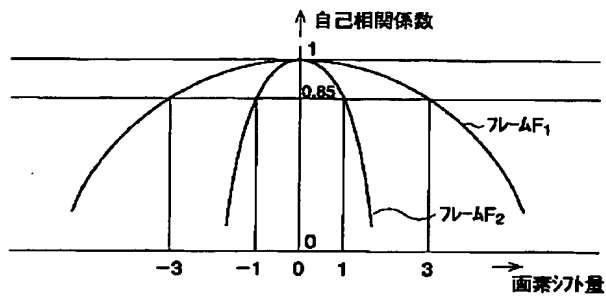
【図4】



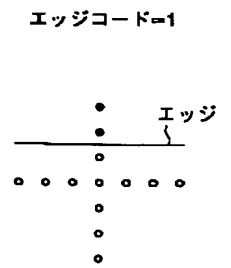
【図3】



【図6】



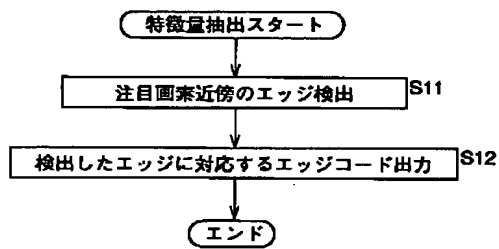
【図10】



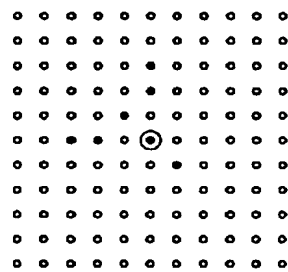
【図11】

【図12】

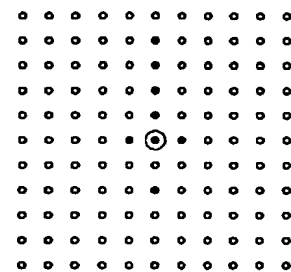
【図8】



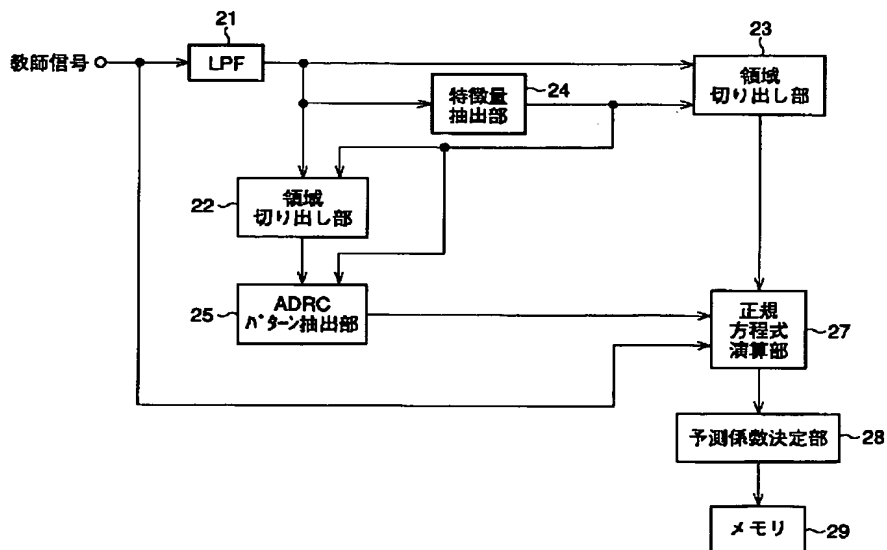
エッジコード0の時のタップ構造



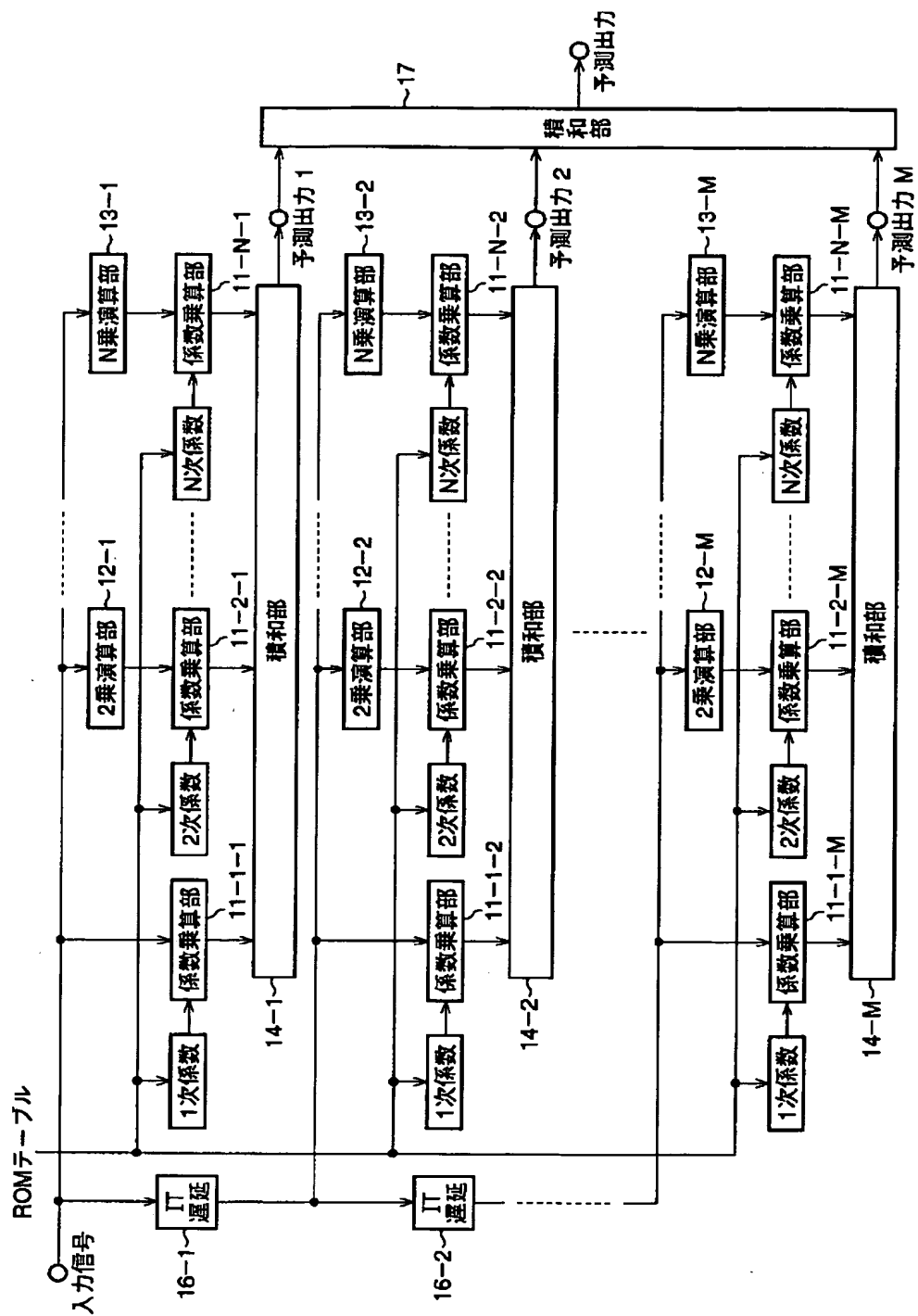
エッジコード1の時のタップ構造



【図13】

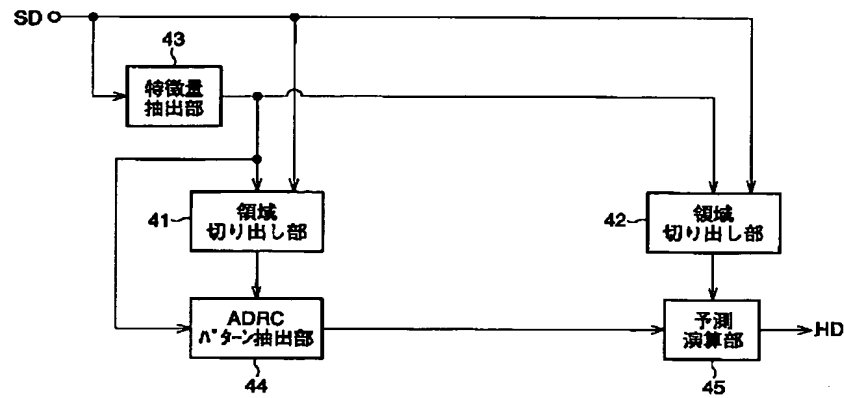


【図7】

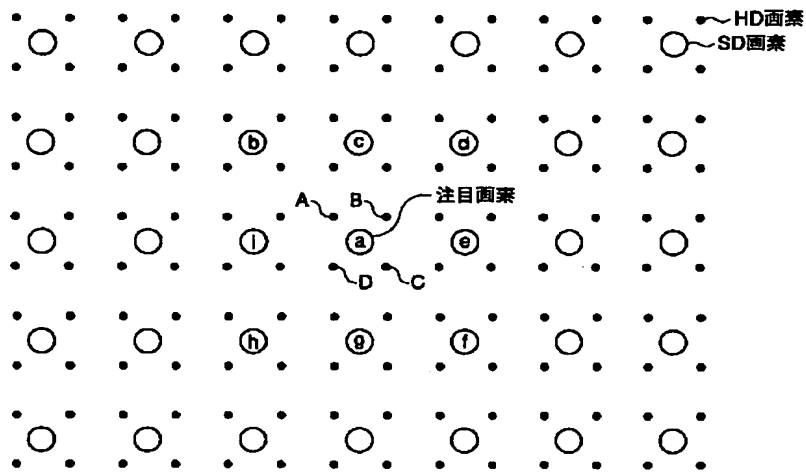


予測演算部 5

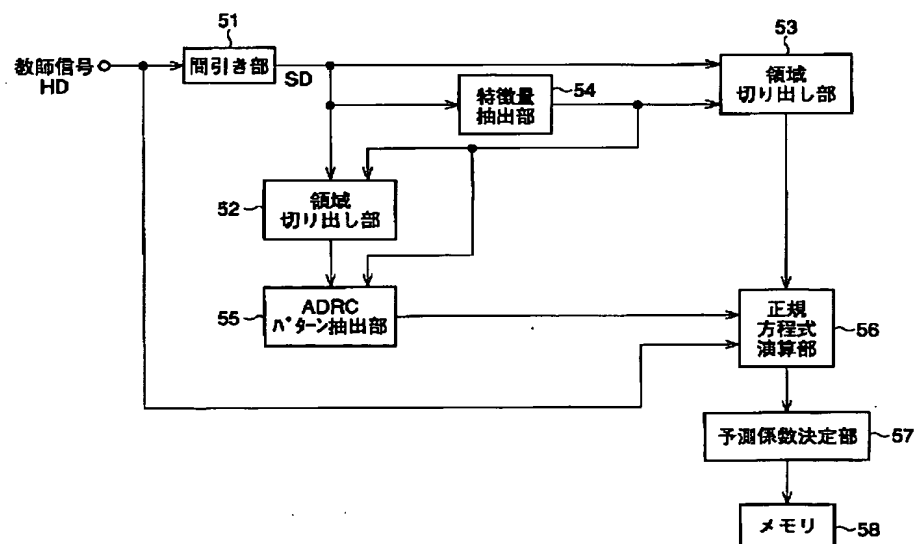
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 立平 靖
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内
(72)発明者 星野 隆也
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内
(72)発明者 中屋 秀雄
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 浜松 俊彦
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内
(72)発明者 白木 寿一
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内
(72)発明者 安藤 一隆
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内
(72)発明者 野出 泰史
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

Fターム(参考) 5C063 AA01 BA03 CA18